

?s pn=de 19604803
S2 1 PN=DE 19604803
?t s2/5

2/5/1

DIALOG(R) File 351:DERWENT WPI
(c) 2000 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

010959594 **Image available**

WPI Acc No: 96-456543/199646

XRPX Acc No: N96-384711

System condition monitor using chaos theory - includes predictor which produces data vector and data storage section for storing verified values of serial data from system

Patent Assignee: MEIDENSHA KK (MEID); MEIDENSHA CORP (MEID)

Inventor: FUJIMOTO Y; IOKIBE T; TANIMURA T

Number of Countries: 003 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Main IPC	Week
DE 19604803	A1	19961010	DE 1004803	A	19960209	G06F-017/18	199646 B
JP 8278815	A	19961022	JP 968854	A	19960123	G05B-023/02	199701
US 5890142	A	19990330	US 96599591	A	19960209	G06F-015/18	199920

Priority Applications (No Type Date): JP 9522456 A 19950210

Patent Details:

Patent	Kind	Lan	Pg	Filing Notes	Application	Patent
--------	------	-----	----	--------------	-------------	--------

DE 19604803 A1 8

JP 8278815 A 8

Abstract (Basic): DE 19604803 A

The device monitors the operating condition of a system includes a data storage section for storing verified values of the serial data from the system and a forecast section producing a data vector, the parameters of which are determined by the serial data of the data storage section.

The forecast section receives a forecast value of the serial data of a given future time point by means of chaos inference on the basis of the behaviour of an attractor which is generated in a reconstruction space by an embedding operation of the data vector. A monitoring section is used to compare the verified value and the forecast value of the serial data.

ADVANTAGE - Quickly and accurately decides whether monitored object is in normal state or in abnormal state.

Dwg.1/5

Title Terms: SYSTEM; CONDITION; MONITOR; THEORY; PREDICT; PRODUCE; DATA; VECTOR; DATA; STORAGE; SECTION; STORAGE; VERIFICATION; VALUE; SERIAL; DATA; SYSTEM

Derwent Class: T01

International Patent Class (Main): G05B-023/02; G06F-015/18; G06F-017/18

International Patent Class (Additional): G01M-019/00; G05B-013/02; G05B-023/00; G06F-017/00; G08B-021/00

File Segment: EPI

THIS PAGE BLANK (USPTO)

97 8127



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift
(10) DE 196 04 803 A 1

(51) Int. Cl. 6:
G 06 F 17/18
G 06 F 15/18
G 05 B 23/00

B 1

(21) Aktenzeichen: 196 04 803.6
(22) Anmeldetag: 9. 2. 96
(23) Offenlegungstag: 10. 10. 96

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)

10.02.95 JP 7-22456

(71) Anmelder:

Kabushiki Kaisha Meidensha, Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Manitz, Finsterwald & Partner, 80538 München

(72) Erfinder:

Tanimura, Takayoshi, Tokio/Tokyo, JP; Iokibe,
Tadshi, Tokio/Tokyo, JP; Fujimoto, Yasunari,
Tokio/Tokyo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Vorrichtung zur Systemzustandsüberwachung

(57) Eine Überwachungsvorrichtung zur Überwachung eines Betriebszustands eines Systems umfaßt einen Vorhersageabschnitt, der einen Datenvektor erzeugt, dessen Parameter durch Zeitseriendaten des Systems bestimmt ist, und der einen Vorhersagewert der Zeitseriendaten einer vorbestimmten Zeitzukunft mittels der Chaosinferenz auf der Grundlage eines Verhalten eines Attraktors erhält, der in einem Rekonstruktionsraum durch eine Einbettungsoperation des Datenvektors erzeugt wird. Ein Überwachungsabschnitt vergleicht den nachgewiesenen Wert und den Vorhersagewert der Zeitseriendaten und entscheidet über den Zustand des beobachteten Systems gemäß dem Vergleichsresultat. Daher wird es möglich, angemessen und schnell darüber zu urteilen, ob das beobachtete System sich in einem abnormalen Zustand befindet oder nicht.

DE 196 04 803 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Verbesserungen in einer Vorrichtung zur Überwachung eines Systems durch Verwenden der deterministischen Chaostheorie.

Herkömmlicherweise ist eine Überwachungstechnologie zum Entscheiden über die Abnormalität eines Objekts auf verschiedenen Gebieten erforderlich, um genau und schnell eine Entscheidung darüber zu treffen, ob das zu überwachende System in einem normalen Zustand arbeitet oder nicht. Normalerweise wird eine solche Entscheidung derart getroffen, daß der Zustand, über den entschieden wird, von Parametern wie beispielsweise Temperatur, Feuchtigkeit und Geschwindigkeit repräsentiert wird, und dann entschieden wird, daß das überwachte Objekt sich in einem abnormalen Zustand befindet, wenn einer dieser Parameter mehrere Male oder für eine vorbestimmte Zeitdauer einen Wert außerhalb eines zulässigen Wertes annimmt. Des Weiteren wird die Entscheidung der Abnormalität abgeleitet durch Verwenden von AI (künstliche Intelligenz) oder Fuzzy-Inferenz bzw. -Schlußfolgerung, die einen Algorithmus einsetzt, der auf den erfahrenen Regeln (praktische Erfahrungen bzw. Faustregel) und gespeicherten Daten basiert. Bei dieser Technologie wird die Entscheidung für die Abnormalität dadurch erhalten, daß der Bereich in einen normalen Bereich und einen abnormalen Bereich auf der Grundlage von Vergangenheitsdaten unterteilt wird, zum Beispiel wie in Fig. 3 gezeigt.

Wenn jedoch ein angewandtes System dynamisch ist, ist es schwierig, genau über die Normalität oder Abnormalität des Systems zu entscheiden. Obwohl der normale Bereich dazu neigt, locker festgelegt zu sein, wird der normale Bereich konsequenterweise als ein fester Bereich behandelt. Demgemäß ist es schwierig, rechtzeitig zwischen dem normalen Bereich und dem abnormalen Bereich in Abhängigkeit von dem Zustand der Parameter zu wechseln. Des Weiteren, da der normale Bereich locker festgelegt ist, (mit einem ausreichenden Spielraum), kann es passieren, daß der abnormale Zustand in dem Bereich existiert, der als ein normaler Bereich bestimmt wurde. Darüber hinaus, wenn das überwachte System von einem normalen Zustand in einen abnormalen Zustand übergeht, gibt die herkömmliche Überwachungsvorrichtung lediglich eine Entscheidung aus, daß das überwachte Objekt sich in einem normalen Zustand befindet.

Demgemäß ist es unmöglich, zu entscheiden, ob der Zustand des Objekts von einem normalen Zustand in einen abnormalen Zustand oder von einem abnormalen Zustand in einen normalen Zustand übergeht.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Überwachungsvorrichtung zu schaffen, die schnell und genau darüber entscheidet, ob ein überwachtes Objekt sich in einem normalen Zustand oder einem abnormalen Zustand befindet.

Eine Überwachungsvorrichtung gemäß der Erfindung dient der Überwachung eines Betriebszustands eines Systems. Die Überwachungsvorrichtung umfaßt einen Datenspeicherabschnitt, der nachgewiesene Werte der Zeitseriendaten von dem System speichert. Ein Vorhersageabschnitt erzeugt einen Datenvektor, dessen Parameter durch die Zeitseriendaten des Datenspeicherabschnitts bestimmt ist. Der Vorhersageabschnitt erhält einen Vorhersagewert der Zeitseriendaten einer vorbestimmten Zeitzukunft mittels der Chaosinferenz oder -schlußfolgerung auf der Grundlage eines Verhalten eines Attraktors, der in einem Rekonstruktionsraum

durch eine Einbettungsoperation des Datenvektors erzeugt wird. Ein Überwachungsabschnitt vergleicht den nachgewiesenen Wert und den Vorhersagewert der Zeitseriendaten und entscheidet über den Zustand des beobachteten Systems gemäß dem Vergleichsresultat.

Mit dieser Anordnung, da die Abnormalität des Systems gemäß einem normalen Bereich bestimmt wird, der von einem Vorhersagewert bestimmt wird, der mittels der chaotischen kurzzeitigen Vorhersagemethode erhalten wird, wird es möglich, eine Entscheidung über die Abnormalität gemäß dem Zustand des Beobachtungssystems zu treffen.

Die Erfindung wird im folgenden beispielhaft anhand der Zeichnung beschrieben; in dieser zeigt:

Fig. 1 ein Blockdiagramm einer Ausführungsform einer Überwachungsvorrichtung gemäß der Erfindung,

Fig. 2 einen Graph, der eine Beziehung zwischen einem Vorhersagewert und einem beobachteten Wert von einem System zeigt, und zwar von der Überwachungsvorrichtung von Fig. 1,

Fig. 3 einen Graph, der einen normalen Bereich und einen abnormalen Bereich des beobachteten Wertes einer herkömmlichen Überwachungsvorrichtung zeigt,

Fig. 4 einen Graph, der Zeitseriendaten zeigt, und

Fig. 5 eine Ansicht zur Erläuterung eines Attraktors.

In den Fig. 1 und 2 ist eine Ausführungsform einer Abnormalitätsüberwachungsvorrichtung gezeigt, die eine chaotische kurzfristige Vorhersagemethode gemäß der Erfindung verwendet.

Zuerst wird, um das Verständnis dieser Erfindung zu erleichtern, die Erläuterung der deterministischen Chaostheorie nachstehend diskutiert.

Nahezu alle nicht periodischen, komplexen und unregelmäßigen Phänomene wurden formal als nicht deterministische Phänomene betrachtet, die dem Zufall unterworfen sind. Jedoch kann offensichtlich ein unregelmäßiges, instabiles und komplexes Verhalten oft aus einer Differential- oder Differenzgleichung erzeugt werden, die vom Determinismus beherrscht wird, wo die nachfolgenden Zustände alle im Prinzip bestimmt sind, wenn der Anfangswert erst einmal gegeben ist. Dies ist: das deterministische Chaos eines dynamischen Systems. Somit ist das deterministische Chaos definiert als ein Phänomen, welches unregelmäßig erscheint, jedoch von einem bestimmten Determinismus beherrscht wird.

Wenn das Verhalten irgendwelcher Zeitseriendaten chaotisch ist, dann kann angenommen werden, daß das Verhalten einem bestimmten deterministischen Gesetz folgt. Dann, wenn die nicht lineare deterministische Regelmäßigkeit abgeschätzt werden kann, können Daten der nahen Zukunft bis zum Verlust der deterministischen Kausalität aus den beobachteten Daten an einem bestimmten Zeitpunkt vorhergesagt werden, weil Chaos eine "scharfe Abhängigkeit vom Anfangszustand" aufweist. Eine Vorhersage vom Standpunkt eines deterministischen dynamischen Systems aus basiert auf der Einbettungstheorie für die "Rekonstruktion des Zustandsraumes und des Attraktors des ursprünglichen dynamischen Systems aus einzelnen beobachteten Zeitseriendaten". Die Einbettungstheorie wird nachstehend zusammengefaßt.

Wie in Fig. 4 gezeigt, wird aus den beobachteten Zeitseriendaten $y(t)$ ein Vektor $x(t)$ wie folgt erzeugt.

$$x(t) = (y(t), y(t-\tau), y(t-2\tau), \dots, y(t-(n-1)\tau)),$$

worin " τ " eine Zeitverzögerung repräsentiert.

Dieser Vektor bezeichnet einen Punkt eines n-dimen-

sionalen rekonstruierten Zustandsraumes R^n . Daher kann eine Trajektorie im n -dimensionalen rekonstruierten Zustandsraum gezogen werden, indem "t" geändert wird, beispielsweise wie in Fig. 5 gezeigt. Unter der Annahme, daß das Zielsystem ein deterministisches dynamisches System ist, und daß die beobachteten Zeitseriendaten durch ein Beobachtungssystem erhalten werden, das einer stetigen C^1 -Abbildung vom Zustandsraum des dynamischen Systems auf den 1-dimensionalen euklidischen Raum R entspricht, ist die rekonstruierte Trajektorie eine Einbettung der ursprünglichen Trajektorie, wenn der "n"-Wert ausreichend groß ist.

Wenn nämlich die beobachteten Zeitseriendaten von einem ersten Attraktor des ursprünglichen dynamischen Systems abgeleitet werden, wird ein anderer Attraktor, der in der Phasenstruktur des ersten Attraktors verbleibt, im rekonstruierten Zustandsraum erscheinen. Demgemäß bewegt sich der Vektor $x(t)$ auf dem Attraktor, und daher wird es im Kurzzeitbereich möglich, die Position des Vektors $x(t)$ der s-Schritte-Zukunft, das heißt $x(t+s)$, vorherzusagen. Der s-Schritte-Zukunftsvektor $x(t+s)$ wird wie folgt dargestellt.

$$\begin{aligned} x(t+s) &= (y(t+s), y(t+s-\tau), y(t+s-2\tau), \dots, \\ &y(t+s-(n-1)\tau)), \end{aligned}$$

worin $y(t+s)$, das eine Komponente von $x(t+s)$ ist, Zeitseriendaten darstellt, die s Schritte vor dem beobachteten Punkt liegen, und der Wert ein Vorhersagewert der s-Schritte-Zukunft ist. Des weiteren, wenn $s > \tau$, ist $y(t+s-\tau)$ ebenfalls ein Vorhersagewert.

Somit wird gemäß dem Wert von s der Vorhersagewert einer Zukunft von vorbestimmten Schritten der ursprünglichen Zeitseriendaten erhalten. Da das chaotische System eine "scharfe Abhängigkeit vom Anfangswert" aufweist, wird diese Methode nicht bevorzugt auf eine langfristige Vorhersage angewendet. Jedoch ist es hinsichtlich Daten der nahen Zukunft bis zum Verlust der deterministischen Abhängigkeit möglich, den Vorhersagewert genau zu erhalten.

Wie in Fig. 1 gezeigt, umfaßt die Überwachungsvorrichtung gemäß der Erfüllung eines Kurzzeitvorhersagesystemabschnitt 1, der einen Zeitseriendaten-Kurzzeitvorhersageabschnitt 2 mit einem Datendateiabschnitt (einem Zeitseriendatenspeicher- und -vorhersageabschnitt), einen Dateneingangs- bzw. -eingabeabschnitt 3 mit einem Sensorabschnitt, einen Vorhersageresultat-Extraktions- bzw. -Entnahmearnschnitt 7, einen Zustandsüberwachungsabschnitt 8 und einen Mensch-Maschine-Abschnitt 9 umfaßt.

Die Daten, die vom Dateneingabeabschnitt 3 eingegeben werden, werden in den Zeitseriendaten-Kurzzeitvorhersageabschnitt 2 oder den Parameteroptimierungsabschnitt 5 über eine Zeitseriendatendatei 4 eingegeben. Wenn die Daten in den Parameteroptimierungsabschnitt 5 eingegeben werden, führt der Parameteroptimierungsabschnitt 5 einen Optimierungsprozeß des Parameters der Daten aus, und die Daten des optimierten Parameters werden in den Zeitseriendaten-Kurzzeitvorhersageabschnitt 2 eingegeben.

Im Zeitseriendaten-Kurzzeitvorhersageabschnitt 2 wird die Vorhersage eines s-Schritte-Zukunftsverwertes auf der Grundlage der Eingabedaten und der Parameter ausgeführt. Der Vorhersagewert wird an eine Vorhersagewertdatei 6 geschickt und dann in den Parameteroptimierungsabschnitt 5 und den Vorhersageresultat-Extraktionsabschnitt 7 eingegeben. Im Parameteroptimierungsabschnitt 5 wird der Parameter auf der Grundlage

des Vorhersagewertes von der Vorhersagewertdatei 5 und der Eingabezeitseriendaten vom Dateneingabeabschnitt 3 über eine Zeitseriendatendatei 4 optimiert. Im Vorhersageresultat-Extraktionsabschnitt 7 wird das von der Vorhersagewertdatei 6 ausgegebene Vorhersagewertstat in den Zustandsüberwachungsabschnitt 8 eingegeben. Im Zustandsüberwachungsabschnitt 8 werden der Vorhersagewert und der tatsächliche Wert miteinander verglichen, und es wird gemäß der vorbestimmten Referenz darüber entschieden, ob der abnormale Zustand bewirkt ist oder nicht. Die Entscheidung am Zustandsüberwachungsabschnitt 8 wird in den Mensch-Maschine-Abschnitt 9 eingegeben, worin das Entscheidungsresultat dargestellt wird.

Nachstehend wird die Funktionsweise des Kurzzeitvorhersagesystemabschnitts 1 diskutiert.

Zuerst werden Zeitseriendaten $y(t), y(t-\tau), y(t-2\tau), \dots$ (worin τ eine Zeitverzögerung ist) über die Zeitseriendatendatei 4 vom Dateneingabeabschnitt 3 in den Zeitseriendaten-Kurzzeitvorhersageabschnitt 2 eingegeben. Im Zeitseriendaten-Kurzzeitvorhersageabschnitt 2 wird der n -dimensionale Rekonstruktionszustandsraum R^n rekonstruiert, und ein Vorhersagewert einer s-Schritte-Zukunft wird erhalten, indem der Attraktor des beobachteten Systems rekonstruiert wird. Des Weiteren wird der Vorhersagewert der s-Schritte-Zukunft mit dem tatsächlich beobachteten Wert verglichen. Wie in Fig. 2 gezeigt, wenn die Entscheidung darüber, ob das System abnormal oder normal ist, getroffen wird, werden obere und untere Werte der Daten auf der Grundlage des Vorhersagewertes festgelegt, ein Bereich zwischen den oberen und unteren Werten wird als ein normaler Bereich definiert, wo das beobachtete System normal ist, und der andere Bereich wird als ein abnormaler Bereich definiert.

Wenn beispielsweise zu einem Zeitpunkt $(t-a)$ ein Vorhersagewert der s-Schritte-Zukunft erhalten wird, wird der Vorhersagewert durch einen Punkt a von Fig. 2 dargestellt, und der normale Bereich, der von dem Punkt a bestimmt wird, wird durch einen kontinuierlichen Linienteil zum Zeitpunkt $(t-a+s)$ bezeichnet. Da der tatsächlich beobachtete Wert zum Zeitpunkt $(t-a+s)$ innerhalb eines normalen Bereiches liegt, wird geurteilt, daß der beobachtete Wert an diesem Punkt $(t-a+s)$ sich in einem normalen Zustand befindet.

Außerdem ist der Vorhersagewert der s-Schritte-Zukunft, wobei dieser Wert zum Zeitpunkt t erhalten wird, durch einen Punkt b in Fig. 2 bezeichnet, und der normale Bereich, der von dem Punkt b bestimmt wird, wird durch einen kontinuierlichen Linienteil zum Zeitpunkt $(t+s)$ bestimmt. Da der tatsächlich beobachtete Wert zum Zeitpunkt $(t+s)$ innerhalb eines abnormalen Bereiches liegt, wird geurteilt, daß der beobachtete Wert an diesem Punkt $(t+s)$ sich in einem abnormalen Zustand befindet.

Im Zeitseriendaten-Kurzzeitvorhersageabschnitt 2 wird der unbekannte Attraktor rekonstruiert, indem die Zeitseriendaten in einen normalen Zustand eingebettet werden, und die eingebetteten Parameter werden gespeichert.

Für den Fall, daß die Störung des Systems eingetreten ist, wird der Vorhersagefehler, der einer Differenz zwischen dem Vorhersagewert und dem tatsächlich nachgewiesenen Wert der Zeitseriendaten entspricht, groß. Wenn der Vorhersagefehler größer als ein voreingestellter Schwellenwert wird, führt der Parameteroptimierungsabschnitt 5 eine Optimierung der Parameter aus. Durch Überprüfen der Änderung der "Verzöge-

rung" des erhaltenen Parameters ist es möglich, Kenntnis darüber zu erlangen, daß das System in einen "abnormalen Zustand" übergeht. Natürlich ist die "Verzögerung" der Breite einer Störung und/oder von Einbettungsparametern in jedem angewandten System unterschiedlich.

Gemäß der chaotischen kurzfristigen Vorhersagemethode, die im Vorhersageabschnitt 2 der Überwachungsvorrichtung gemäß der Erfindung angewendet wird, wird der unbekannte Attraktor durch Einbetten der Zeitseriendaten rekonstruiert. Durch Überprüfen der Form und Dichte dieses Attraktors wird es möglich, Kenntnis über den Zustand des Systems zu erlangen. Falls beispielsweise die Blutpulsquelle eines Menschen als Zeitseriendaten behandelt wird, ändert sich die Form und Dichte des Attraktors gemäß dem mentalen Zustand des untersuchten Menschen. Wenn der untersuchte Mensch von schlechter Gesundheit ist oder an einer psychischen Krankheit leidet, unterscheidet sich die Form des Attraktors von der in einem normalen Zustand.

Mit dieser gemäß der Erfindung ausgelegten Überwachungsvorrichtung wird es möglich, einen normalen Bereich in Abhängigkeit von der dynamischen Änderung der Zeitseriendaten fest zulegen. Wie in Fig. 2 gezeigt, weist der normale Bereich zum Zeitpunkt ($t - a + s$) große Unterschiede zum normalen Bereich zum Zeitpunkt ($t + s$) auf. Das heißt es zeigt sich, daß ein optimaler normaler Bereich gemäß dem Zustand des beobachteten Systems festgelegt werden kann.

Des weiteren kann der normale Bereich für den Vorhersagewert gemäß dem Vorhersagewert des angewandten Systems geändert werden. Wenn beispielsweise die untere Grenze des normalen Bereiches eingeeignet ist, kann der normale Bereich gemäß einer vorbestimmten Regel geändert werden, so daß für den Fall, daß der beobachtete Wert größer als ein vorbestimmter Wert oder kleiner als ein zweiter vorbestimmter Wert ist, der normale Bereich eingeeignet wird, und der normale Bereich wird verbreitert, wenn der beobachtete Wert nahe an einem Vorhersagewert liegt.

Somit hängt normalerweise das Einstellen des normalen Bereiches gemäß dem beobachteten Wert von der praktischen Erfahrung bzw. einer Faustregel ab. Verständlicherweise kann eine derartige Unterteilung des Bereiches in einen normalen Bereich und einen abnormalen Bereich unter Verwendung der Fuzzy-Theorie ausgeführt werden. Obwohl ein herkömmliches Verfahren ausgelegt ist, AI. Fuzzy-Theorie zu verwenden, erfordert eine derartige AI. Fuzzy-Theorie eine Annahme über die Tendenz des abnormalen Zustands. Im Gegensatz dazu wird gemäß der Erfindung die Bedeutung der Fuzzy-Regel klar und einfach.

Da die Form des unbekannten Attraktors gemäß der Störung des Systems geändert wird, wird es leicht nachzuweisen, daß das System in den abnormalen Zustand übergeht, indem eine Änderung des unbekannten Attraktors in einem normalen Zustand nachgewiesen wird. Daher ist es möglich, eine Entscheidung über den Zustand durch Überwachung des Zustands des Attraktors zu treffen.

Da darüber hinaus die Vorhersage mittels einer chaotischen kurzfristigen Vorhersagemethode getroffen wird, ist es möglich, eine kurzfristige Vorhersage hoher Genauigkeit zu treffen und eine Vorhersage hoher Genauigkeit in Abhängigkeit von der Störung des Systems zu erhalten.

Die Zustandsüberwachungsvorrichtung gemäß der

Erfindung kann auf die folgenden Verwendungen angewendet werden:

- (1) Ein System zum Nachweisen eines abnormalen Phänomens von chaotischen Zeitseriendaten.
- (2) Ein System zum Nachweisen eines abnormalen Zustands einer Wellenvibration einer rotierenden Maschine wie beispielsweise eines Motor oder eines Generators.
- (3) Ein System zum Nachweisen eines Verkehrsstaus.
- (4) Ein System zum Nachweisen einer Abnormalität von Gehirnwellen.
- (5) Ein System zum Nachweisen eines abnormalen Zustands einer Wellenvibration einer Turbine.
- (6) Ein System zum Nachweisen einer Abnormalität der hände des Pulses.
- (7) Ein System zum Nachweisen einer Abnormalität der Vibration eines Wasserrades oder einer Wasserturbine.

Zusammengefaßt betrifft die Erfindung somit eine Überwachungsvorrichtung zur Überwachung eines Betriebszustands eines Systems mit einem Vorhersageabschnitt, der einen Datenvektor erzeugt, dessen Parameter durch Zeitseriendaten des Systems bestimmt ist, und der einen Vorhersagewert der Zeitseriendaten einer vorbestimmten Zeitzukunft mittels der Chaosinferenz auf der Grundlage eines Verhaltens eines Attraktors erhält, der in einem Rekonstruktionsraum durch eine Einbettungsoperation des Datenvektors erzeugt wird. Ein Überwachungsabschnitt vergleicht den nachgewiesenen Wert und den Vorhersagewert der Zeitseriendaten und entscheidet über den Zustand des beobachteten Systems gemäß dem Vergleichsresultat. Daher wird es möglich, angemessen und schnell darüber zu urteilen, ob das beobachtete System sich in einem abnormalen Zustand befindet oder nicht.

Patentansprüche

1. Überwachungsvorrichtung zur Überwachung eines Betriebszustands eines Systems mit: einem Datenspeicherabschnitt, der nachgewiesene Werte der Zeitseriendaten von dem System speichert, einem Vorhersageabschnitt, der einen Datenvektor erzeugt, dessen Parameter durch die Zeitseriendaten des Datenspeicherabschnitts bestimmt ist, wobei der Vorhersageabschnitt einen Vorhersagewert der Zeitseriendaten einer vorbestimmten Zeitzukunft mittels der Chaosinferenz auf der Grundlage eines Verhaltens eines Attraktors erhält, der in einem Rekonstruktionsraum durch eine Einbettungsoperation des Datenvektors erzeugt wird, und einem Überwachungsabschnitt, der den nachgewiesenen Wert und den Vorhersagewert der Zeitseriendaten vergleicht, wobei der Überwachungsabschnitt über den Zustand des beobachteten Systems gemäß dem Vergleichsresultat entscheidet.
2. Überwachungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß weiter ein Darstellungsabschnitt vorgesehen ist, der eine Überwachungsperson über einen abnormalen Zustand des Systems gemäß einem Signal informiert, welches die Abnormalität des Systems anzeigt und vom Überwachungsabschnitt ausgegeben wird.
3. Überwachungsvorrichtung nach Anspruch 1, d-

durch gekennzeichnet, daß weiter ein Parameter-optimierungsabschnitt vorgesehen ist, der eine Optimierungsoperation des Parameters ausführt, wenn eine Differenz zwischen einem Vorhersagewert und einem tatsächlich beobachteten Wert 5
größer als ein vorbestimmter Wert wird.

4. Überwachungsvorrichtung nach Anspruch 1, da-
durch gekennzeichnet, daß der Datenspeicherab-
schnitt einen Sensor zum Nachweisen der Zeitse-
riendaten als einen Wert und einen Dateneingabe- 10
abschnitt zum Empfangen der nachgewiesenen
Werte umfaßt.

5. Überwachungsvorrichtung nach Anspruch 1, da-
durch gekennzeichnet, daß der Vorhersageab-
schnitt einen Zeitseriendaten-Kurzzeitvorhersage- 15
abschnitt, der einen Vorhersagewert der Zeitse-
riendaten gemäß den Eingabedaten und dem Para-
meter erhält, und einen Datendateiabschnitt um-
faßt, der den erhaltenen Vorhersagewert speichert.

6. Überwachungsvorrichtung zum Informieren 20
über den abnormalen Zustand eines überwachten
Systems durch Verwenden der Chaosinferenz, wo-
bei die Überwachungsvorrichtung umfaßt:

einen Dateneingabeabschnitt, der Zeitseriendaten
des überwachten Systems empfängt, 25
eine Zeitseriendatendatei, die die eingegebenen
Zeitseriendaten empfängt und speichert,
einen Parameteroptimierungsabschnitt, der die
Zeitseriendaten von der Zeitseriendatendatei emp-
fängt und einen Optimierungsprozeß des Parame- 30
ters der Daten ausführt,

einen Kurzzeitvorhersageabschnitt, der die Zeitse-
riendaten, die in der Zeitseriendatendatei gespei-
chert sind, und den Parameter, der im Parameter-
optimierungsabschnitt optimiert wird, empfängt, 35
wobei der Kurzzeitvorhersageabschnitt einen Vor-
hersagewert der Zeitseriendaten in Abhängigkeit
von einem Vorhersageausführungssignal von dem
Dateneingabeabschnitt erhält,

eine Vorhersagewertdatei, die den Vorhersagewert 40
empfängt und speichert, wobei der Vorhersagewert
der Vorhersagewertdatei zum Parameteropti-
mierungsabschnitt geschickt wird, worin die Opti-
mierungsoperation des Parameters auf der Grund-
lage der Grundlage des Vorhersagewertes von der 45
Vorhersagewertdatei und der Eingabezeitserienda-
ten von dem Dateneingabeabschnitt über die Zeit-
seriendatendatei ausgeführt wird,

einen Vorhersageresultat-Extraktionsabschnitt, der
das Vorhersageresultat aus der Vorhersagewertda- 50
tei extrahiert,

einen Zustandsüberwachungsabschnitt, der das ex-
trahierte Vorhersageresultat von dem Vorhersage-
resultat-Extraktionsabschnitt empfängt, wobei der
Zustandsüberwachungsabschnitt darüber entschei- 55
det, ob das System sich in einem normalen Zustand
oder einem abnormalen Zustand befindet, indem
der Vorhersagewert und der tatsächlich nachge-
wiesene Wert der Zeitseriendaten verglichen wer-
den, und

einen Mensch-Maschine-Abschnitt, der ein Signal,
welches den Zustand des Systems anzeigt, von dem
Zustandsüberwachungsabschnitt empfängt und
den Zustand des Systems darstellt, um einen mit
dem System in Beziehung stehenden Menschen we- 65
gen des abnormalen Zustands des Systems zu alar-
mieren.

FIG.2

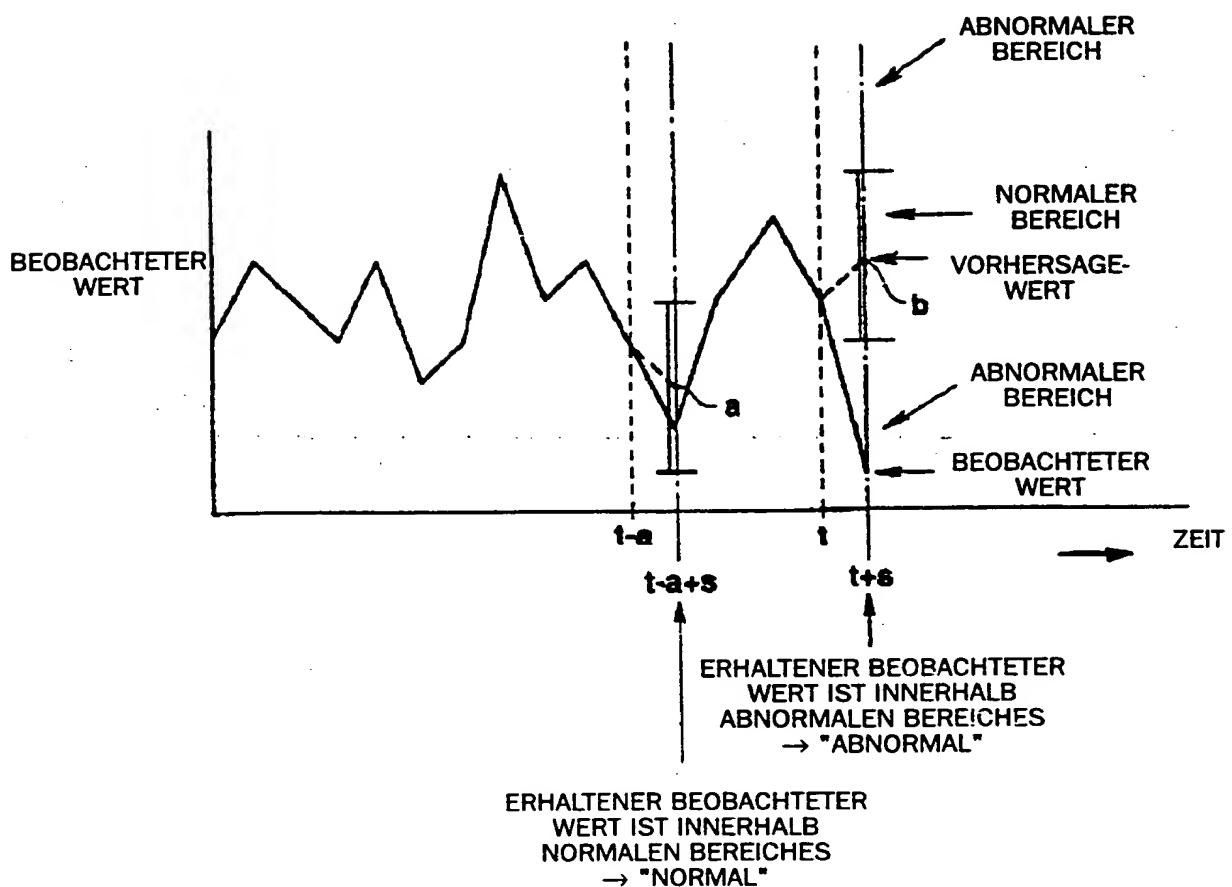


FIG.3
(STAND DER TECHNIK)

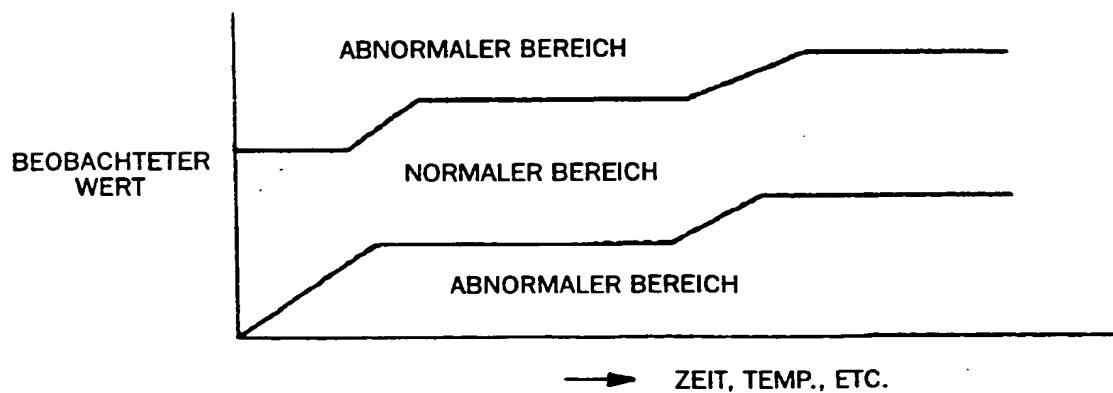


FIG.4
(STAND DER TECHNIK)

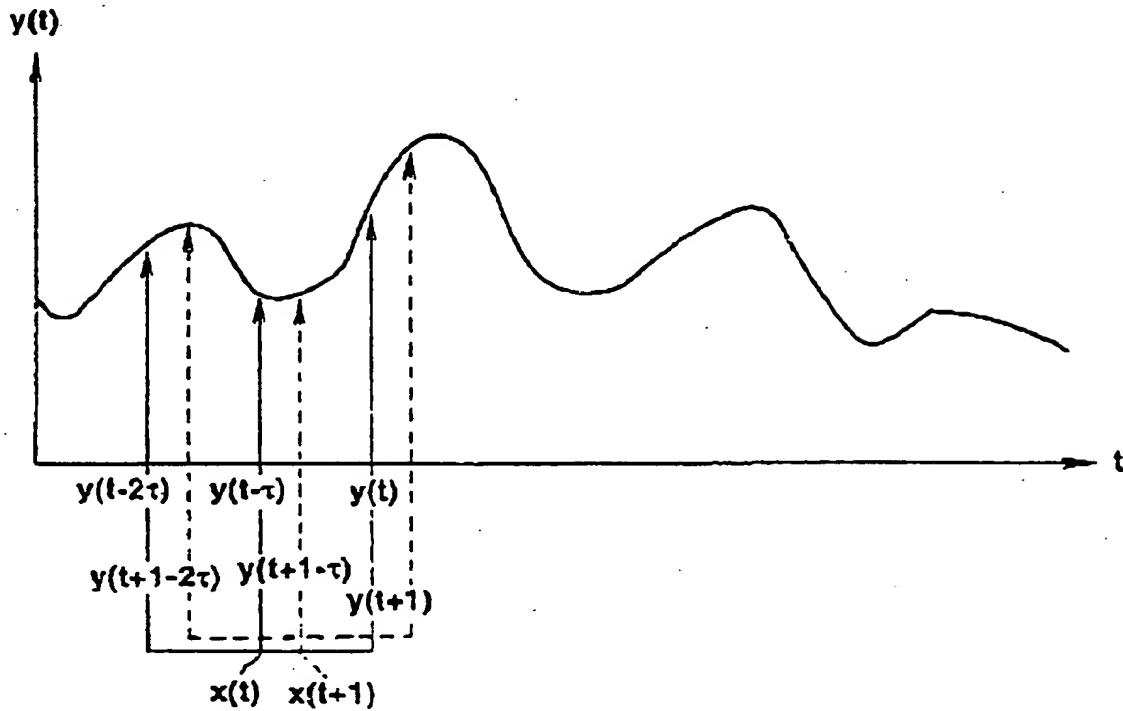


FIG.5
(STAND DER TECHNIK)

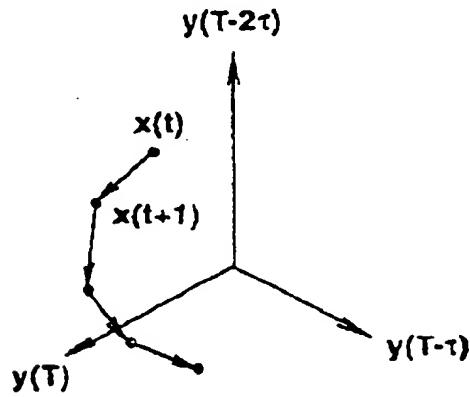


FIG.1

